

SiC MOSFET におけるイオン誘起電荷過剰収集

Anomalous Collections of Ion Induce Charge in a SiC MOSFET

量研機構¹, 埼玉大学², 産総研³○ 牧野 高紘¹, 高野 修平², 原田 信介³, 児島 一聡³, 土方 泰斗², 大島 武¹QST¹, Saitama Univ.², AIST³○ Takahiro Makino¹, Shuhei Takano², Shinsuke Harada³, Kazutoshi Kojima³,
Yasuto Hijikata², Takeshi Ohshima¹

E-mail: makino.takahiro@qst.go.jp

炭化ケイ素 (SiC) は、その優れた物性から耐放射線性デバイスとしての応用も期待されており、宇宙や原子力・加速器施設用の耐環境・極限エレクトロニクスへの応用も検討されている。これらを実現するためには、SiC デバイスのイオン照射効果を明らかにする必要がある。そのためこれまで、ショットキーバリアダイオード (SBD) におけるイオン誘起破壊プロセスの解明を試みてきた。その結果、イオンが逆バイアス状態の SBD のエピタキシャル層に入射することで誘起される電荷が、バイアスに従って収集される際、電荷はアバランシェ増幅され、それらの流れがイオン誘起破壊の一因となりうることを示した [1]。本研究では、SiC MOSFET において、ソース、ドレイン、ゲート間のバイアス状態がイオン誘起電荷収集過程にどのような影響を与えるかを検証した。

対象とした MOSFET は、産総研製 縦型 1.2kV 級の SiC n チャネル MOSFET で、ソース電圧 (V_s), ゲート電圧 (V_g) を 0V に固定し、ドレイン電圧 (V_d) を 100, 200, 300V とした場合と、 V_d , V_g を 0V に固定し、 V_s を -100, -200, -300V とした場合、つまりソース-ドレイン間のバイアス状態を変えず、ソース-ゲート間のバイアス状態が異なる状態においてイオン照射を行った。イオンは量子科学技術研究開発機構のシンクロトロン (HIMAC) で、Xe 290 MeV/u を照射した。イオン誘起電荷量は、ドレインに接続した電荷敏感型アンプを用いて測定している。そして、すべてのイオン入射に伴う電荷収集を収集電荷量に応じて数え上げることで、電荷収集量の分布を得た。

図 1 に、各ソース-ドレイン間バイアスにおけるイオン電荷集取量のヒストグラムを示す。 V_d が正の場合、単一エネルギーのイオン照射にもかかわらず、どのバイアス下においても、二つの収集量の分布を示し、それぞれのピークはバイアスの増加に伴って増加していく。加えて、バイアスの増加に伴う高収集量側のピークの増加率は、低収集量側のそれに比べ大きい。これは、SBD での実験で得られたものと同様の傾向であり、イオン誘起電荷のアバランシェ増幅が原因と推察できる。一方、 V_s が負の場合、バイアスにかかわらず電荷収集量は一定値を示す。このことより、MOSFET においてイオン誘起過剰増幅は、ソース-ゲート間バイアスに大きく依存することを示した。

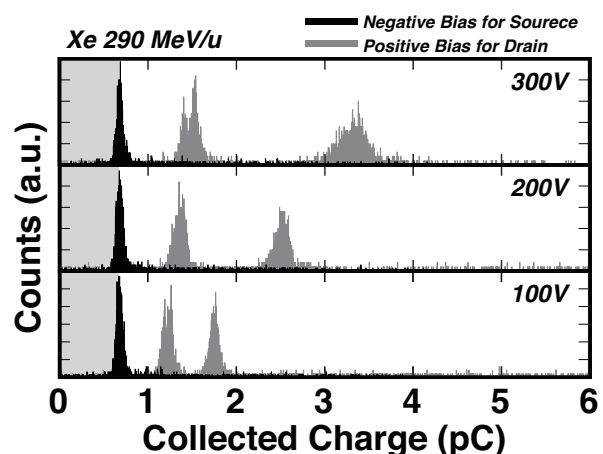


Fig 1: Bias dependences of charge collection in SiC MOSFETs.

本研究の一部は、共同研究体「つくばパワーエレクトロニクスコンステレーション (TPEC)」の事業として行われた。[1] T. Makino *et al.*, Trans. Nucl. Sci., Vol. 60, No. 4, p. 2647, (2013)